

脂肪酸摂取法の違いによる食生活改善における 有効性の差異について

籠橋 有紀子¹ 橋本 龍樹² 大谷 浩² 名和田 清子¹
(1 島根女子短期大学食物教室、2 島根大学医学部解剖学講座)

島根女子短期大学紀要

第 45 号
(1～7 頁) 別刷
2007 年 3 月

脂肪酸摂取法の違いによる食生活改善における有効性の差異について

籠橋 有紀子¹ 橋本 龍樹² 大谷 浩² 名和田 清子¹

(1 島根女子短期大学食物教室、2 島根大学医学部解剖学講座)

Effectiveness for improvement in dietary habits by fatty acid intake method.

Yukiko Kagohashi, Ryuju Hashimoto, Hiroki Otani, Kiyoko Nawata

キーワード：食生活改善、脂肪酸、摂取方法、摂取期間

1. 目的

子どもの時からの健康的な食習慣や運動習慣による疾患の予防が、治療よりも効果があり効率的であることが、欧米より報告されている。日本においても、1998年に「健康日本21」が策定され、国民健康づくり運動が政策的に展開されている。「健康日本21」の推進方策は、①国民の自覚とセルフケア能力向上、②生活関連機関や事業者の健康増進活動への参加、③行政の政策樹立、支援・調整、であるが、国民にわかりやすく実現可能な予知技術の開発、国民と事業者に実行可能な予防技術（保健機能食品、食生活改善、運動方法、社会関係づくり）などの開発が大きな課題となっている。本研究では、人口高齢化や欧米型生活習慣の普及で顕著に増加し、医療費の高騰を来しやすい生活習慣病および糖尿病を主とした、予知・予防技術の開発研究として、個人に合わせた新規食生活改善プログラムの提案を最終目的としている。

疾患の原因や予防に関わる食事の栄養成分については、不明な点や未解明な部分が多いため、実験動物を用いた研究のみならず、その結果から導き出される栄養成分の人への応用について、基礎的な研究をさらに積み重ねる必要がある。

近年、多様な栄養補助食品の開発により、一種のブームとしてサプリメントが安易に受け入れられているが、その多くは機能的な点や摂取期間の長短における効果についての説明が十分ではない。実験動物を用いた研究についても、各栄養素の吸収率、必要量の個人差や疾患別の検討は少なく、短期的のみならず長期的摂取における実験的成果が必要とされる。また同時に、疫学的・臨床学的な調査の取り組みがより強く望まれる時代になっている。

我々は、モデル動物を用いた実験により、1型糖尿病予防に必須脂肪酸であるn-3系必須脂肪酸（ドコサヘキサエン酸（DHA）、エイコサペンタエン酸（EPA）等）が効果を持つことを示唆する結果を得ている（籠橋、2006）。その結果に加えて本研究では、臨床栄養学の観点から、必須脂肪酸摂取の摂取方法と体内での代謝効率について、ヒトを対象として、調査・研究を行う。

日本人の糖尿病患者の9割を占める2型糖尿病の患者の多くは血糖値のコントロールが悪く、病状の進行に伴い糖尿病性腎症などの合併症を発症し、QOL（Quality Of Life）の低下を余儀なくされる例は多い。また、小児糖尿病、妊婦での血糖値のコントロールは困難を極め、次世代への影響が懸念される。患者自身の心の問題や

家庭環境をはじめとした様々な背景の中で、毎日の食生活をコントロールすることがどれほど困難であるかは言うまでもない。患者にとっていかに食事のコントロールが困難なのかを実感し、その栄養指導法について検索することは、医療現場におけるスタッフや患者をもつ家族にとっても重要である。しかし、現在病院等で行っている食事指導には科学的背景が乏しく、実施効果についての考察も少ない。

このような現状に対して、年齢、病態に応じた科学的背景をふまえた食事療法を目指し、食事改善プログラムの提案の一助となるべく、食事摂取後の代謝効率など基礎的データの解析を行った。

脳機能の向上やアレルギーなどの炎症性疾患の抑制に効果があるといわれる (Bratman S & Kroll D, 2000) (Simopoulos A, 2002)、必須脂肪酸の DHA、EPA は、魚介類に多く含まれる。近年、魚油、サプリメントなど、加工食品として注目されているが、その摂取量や期間と効果については明記されておらず、有効性の裏づけとなるデータは少ない。

本研究では、実験動物学的観点から、栄養素の取り込み率ならびに疾患への影響について実験を行った結果を参考にして、体内で合成できないため食事から摂取しなければならない必須脂肪酸、中でも脳の機能を高める、あるいは糖尿病の予防に重要であると注目されている、DHA、EPA を中心とした必須脂肪酸の摂取と体内での代謝効率について、臨床栄養学の観点から、短期、長期的両側面において調査・研究を行った。また、予防的保健行動についての調査 (宗像, 1984) を行い、保健行動学的観点から、個人に合った苦痛を与えない

食事療法を目指し、QOL を低下させることのない食生活改善方法を考察することを目的とした。

2. 実験方法

島根県立島根女子短期大学家政科食物教室 (栄養士養成課程) の学生 (39 名) を対象に下記の実験群に分けて調査を行なった。なお、本実験の実施にあたっては、事前に対象者には研究の目的や意義を十分に説明し文書にて同意を得た上でを行い、ヘルシンキ宣言 (1964 年承認、2002 年追加) の精神を遵守した。また、データの取り扱いについては、個人のプライバシーの保護に十分留意した。

1) 介入

2005 年 7 月 1 日から 2005 年 10 月 1 日までの 3 ヶ月を実施期間とした。全期間を通して毎日、1. 魚介類摂取群、2. DHA (サプリメント：大塚製薬) 摂取群、3. DHA 含有油摂取群、4. 非摂取群、の 4 群にて n-3 系多価不飽和脂肪酸の摂取を指示した。魚介類摂取群は、いわし、マグロ (マルハフーズ) の缶詰を配布した。サプリメント摂取群には、DHA (大塚製薬) を配布した。また、DHA 含有油介入中は、DHA 強化油 (J-オイルミルズ) を配布して、それ以外の油脂類は、できるだけ控えるように指示した以外は、油を用いる調理 (加熱、非加熱調理を含む) に利用するなど、原則として各被験者に一任した。摂取状況については被験者が介入中記録した食事記録をもとに分析した。(栄養価計算ソフト、栄養君食物摂取頻度調査 FFQ)。いずれの摂取群においても、一日の摂取量を遵守するように指示した (脂肪栄養と健康 2005)。

表 1. 各実験の身体組成

実験群	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg / m ²)
①魚介類摂取群	158.0±6.2	50.1±5.9	20.0±1.9
②サプリメント摂取群	159.2±5.5	56.5±2.6*	22.4±1.6*
③DHA含有油摂取群	154.4±6.8	46.6±6.4	19.5±1.8
④非摂取群	158.7±5.1	50.9±5.7	20.2±1.7

Data: mean±SD, *p<0.05 vs 非摂取群

2) 調査項目

1. 身体組成 (表 1)
2. 食事調査 (栄養価計算ソフトを用いた) と介入後の DHA 摂取量 (表 2、表 3)

3. 心理テスト (予防的保健行動の行動感覚尺度) (宗像, 1984) (表 4)

身体組成および食事調査による摂取量の計算値は、mean ± SD で表し、検定は t 検定を用い、p<0.05 を有意とした。

表 2. 栄養素摂取状況

実験群	①魚介類摂取群	②サプリメント摂取群	③DHA含有油摂取群	④非摂取群
タンパク質 (g)	51.4±5.6	60.8±14.7	49.5±11.0	56.6±11.6
脂質 (g)	49.6±6.7	69.8±16.5	50.3±10.9	57.8±16.1
炭水化物 (g)	204.4±25.7	239.1±17.7*	205.0±20.0	194.1±39.3
飽和脂肪酸 (g)	42.6±5.7	61.6±15.7	44.1±9.4	49.6±12.0
n-3系多価不飽和脂肪酸 (g)	1.65±0.57	2.15±0.56	1.62±0.74	1.82±0.40
n-6系多価不飽和脂肪酸 (g)	7.34±2.01	11.83±4.41*	8.01±2.67	8.49±1.97

Data: mean±SD, *p<0.05 vs 非摂取群

表 3. 各実験群の摂取エネルギー量と DHA 摂取量摂取量 (1 日当たり)

実験群	エネルギー (kcal)	DHA (mg/dl)
①魚介類摂取群	108	488
②サプリメント摂取群	12	501
③DHA含有油摂取群	252	476
④非摂取群	-	-

表 4. 予防的保健行動の行動感覚尺度 (宗像 1984)

- (1) 塩からい食物でないと食べた気がしない。
- (2) 風呂に入らないと落ちつかない。
- (3) 甘味の強い食物でないと食べた気がしない。
- (4) 毎日、何か運動をしないと調子が悪い。
- (5) 毎日、脂肪の多い肉料理をとらないとものたりない。
- (6) いつも、12時過ぎ深夜にならないと寝つかれない方である。
- (7) 毎日間食とか夜食をとらないといられない。
- (8) 歩ける距離で、時間の余裕があっても、すぐ車に乗りたくなる方である。
- (9) タバコを吸わないと落ちつかない。
- (10) 野菜ジュース、果物ジュースの方が、生野菜、生果物より好きである。
- (11) 毎日酒を飲まずにはいられない。
- (12) 汗をかくような運動はしたくない。
- (13) 食事の中に野菜がないと食べた気がしない。
- (14) 寝つかれないときとか、体の調子が一寸悪いときに、すぐに薬を飲む方である。

3) 検査項目

実験開始前後で下記の検査を行なった。

1. 血液生化学一般
2. 血清中および赤血球膜中脂肪酸組成：ガスクロマトグラフ (Hewlett Packard model 5890; Avondale, PA, USA) にて測定した。血清および赤血球膜の脂肪酸測定は、one-step 法により脂肪酸を直接メチルエステル化したのち、ガスクロマトグラフにより分離定量した。一群につき、5 個体採取して計測した。測定した脂肪酸は次の 9 種類である。パルミチン酸 (PLA)、ステアリン酸 (STA)、オレイン酸 (OLA)、リノール酸 (LLA)、 α -リノレン酸 (LnA)、アラキドン酸 (AA)、エイコサペンタエン酸 (EPA)、ドコサペンタエン酸 (DPA)、ドコサヘキサエン酸 (DHA)。値は $M \pm SD$ で示し、検定は各群間の差異を Mann-Whitney's U-test を用い、 $p < 0.05$ を有意とした。

ガスクロマトグラフ分析条件

ガスクロマトグラフ：横河アナリテカルシステムズ社 5890 シリーズ・

検出器：FID

ワークステーション：同社製 HP3365 ケミステーション

オートサンプラー：同社製 HP7673

カラム：J&W 社製 DB-WAX、P/N122-7032 (30 m \times 0.25 mm)

カラム昇温条件：100 $^{\circ}\text{C}$ (1 min) \rightarrow 20 $^{\circ}\text{C}/\text{min} \rightarrow$ 180 $^{\circ}\text{C} \rightarrow$ 2 $^{\circ}\text{C}/\text{min} \rightarrow$ 240 $^{\circ}\text{C}$ (30 min) \rightarrow 4 $^{\circ}\text{C}/\text{min} \rightarrow$ 260 $^{\circ}\text{C}$ (5 min)

注入口温度：260 $^{\circ}\text{C}$

検出口温度：260 $^{\circ}\text{C}$

キャリアガス：He (2.0 ml/min)

注入量：1 μl

3. 結果

1) 身体組成および栄養摂取状況について

表 1 に各群の身体組成を示した。サプリメント摂取群は非摂取群と比較して、体重、BMI ともに高い値であった。表 2 に、介入前の栄養摂取状況を示した。サプリメント摂取群の炭水化物摂取量と n-6 系多価不飽和脂肪酸の摂取量が非摂取群と比較して、有意に高く、体重と相関していた ($p < 0.05$)。表 3 に示した、実験群ごとの摂取エネルギーと DHA 量が、介入後の摂取量となる。魚介類摂取群、サプリメント摂取群、DHA 含有油摂取群は、摂取する DHA 量をほぼ一定にした。

各群の実施に伴い、対象者全員に対して、予防的保健行動の行動感覚尺度 (表 4) について調査した。予防的保健行動の行動感覚尺度の点数が低いほど、予防

的保健行動が可能であることを示しており、実験群ごとに大きな有意差が生じないことが望ましい。島根女子短期大学の栄養士養成課程の39名については、1点および2点の者が多く、実験群間での点数に有意な差はなかった (data not shown)。

2) 血中脂質の計測

各群についての血中脂質の変化については、介入前後の赤血球膜中のDHA量 (mol%) および n-6/n-3 比について測定した (図1、図2)。

赤血球膜中のDHA量 (mol%) は、介入前は全群において平均値は5.5 mol% から6.0 mol% と有意な差はなかったが、介入後は各群で有意な差が生じた ($p < 0.01$, $p < 0.05$) (図1)。魚介類摂取群のDHA量 (mol%) は、介入前5.5 mol% であったのに対して、介入後は8.5 mol% となり、介入後に有意に増加した ($p < 0.01$)。また、DHA サプリメント群においても、介入前6.0 mol% であったのに対して、介入後は7.8 mol% となり、有意に増加した ($p < 0.01$)。DHA オイル群では、介入前6.0 mol% であったのに対して、介入後は6.7 mol% となり、有意な差を示した ($p < 0.05$)。非摂取群では、介入前後で6.0 mol% から6.2 mol% と差異は無かった。以上の結果から、3月間DHAを3種類の方法で摂取し続けた場合、赤血球の膜脂質中のDHAの割合は増加し、非

摂取群と比較して、魚介類摂取群 ($p < 0.01$)、サプリメント摂取群 ($p < 0.01$)、DHA 油摂取群 ($p < 0.05$) の順にDHAの取り込み率が高かった。

また、赤血球膜中の n-6/n-3 比についても計測した (図2)。その結果、赤血球膜脂質の n-6/n-3 比は全体的に低く、1.0 から2.3の値を示した。介入前において、サプリメント群は1.95と他の群と比較して高い値を示したが、その他3群において、平均値は1.5から1.65と有意な差はなかった。魚介類摂取群の n-6/n-3 比は、介入前1.65であったのに対して、介入後は1.35となり、介入後に有意に低下した ($p < 0.01$)。また、DHA サプリメント群においても、介入前1.95であったのに対して、介入後は1.4となり、有意に低下した ($p < 0.01$)。DHA オイル群では、介入前1.62であったのに対して、介入後は1.4となり、有意に低下した ($p < 0.05$)。非摂取群では、介入前1.58であったのに対して、介入後は1.7となり、有意な差は認められなかった。以上の結果から、3月間DHAを3種類の方法で摂取し続けた場合、3群すべてにおいて赤血球の膜脂質中の n-6/n-3 比は、介入前に比較して、介入後に低下した。そして、サプリメント摂取群において最も n-6/n-3 比が低下し ($p < 0.01$)、その次に魚介類摂取群 ($p < 0.01$)、DHA 油摂取群 ($p < 0.01$) の順に n-6/n-3 比が低下した。

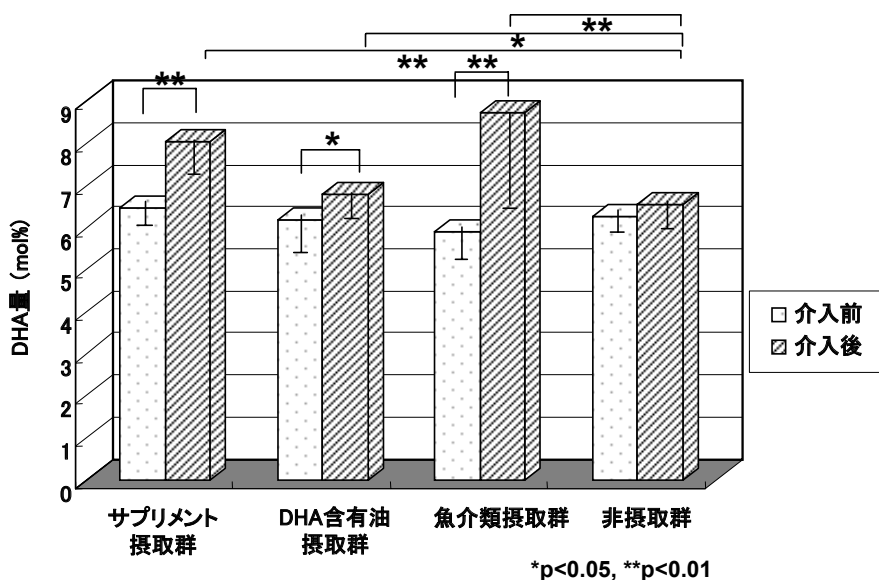


図1. 各摂取群の赤血球膜中のDHA量 (mol%)

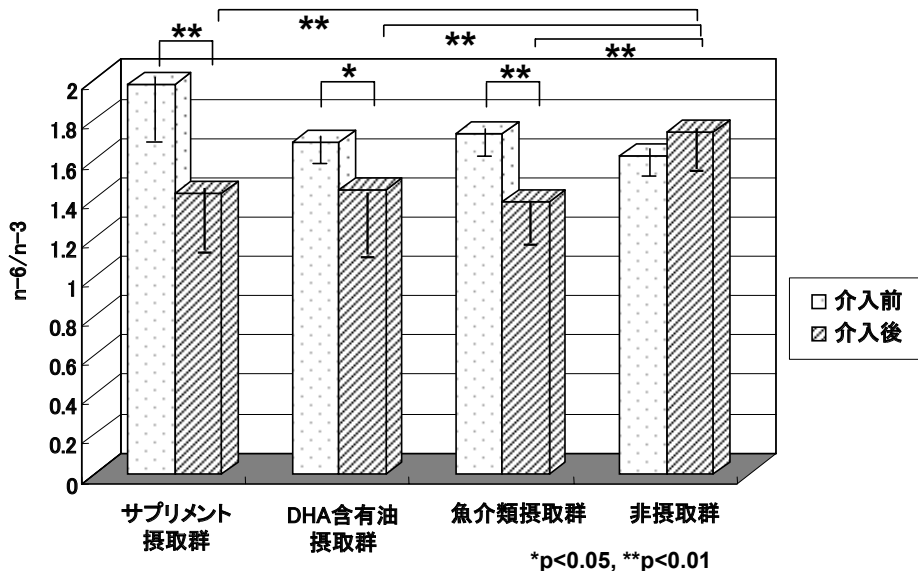


図2. 各摂取群における赤血球膜中のn-6/n-3

3) 血液生化学検査の結果

中性脂肪の値は、魚介類摂取群において、有意な低下がみられた ($p < 0.05$) (data not shown)。DHA 油摂取群は、有意な差はなかったが低下傾向がみられた (data not shown)。サプリメント摂取群、非摂取群については、摂取後に上昇した ($p < 0.05$) (data not shown)。総コレステロールの値は、魚介類摂取群、DHA 油摂取群、サプリメント摂取群のすべてで低下し ($p < 0.05$)、非摂取群では増加した ($p < 0.05$) (data not shown)。

4. 考察

全員の予防的保健行動の行動感覚尺度 (表 4) について調査し、実験群別に点数化した結果、島根女子短期大学の栄養士養成課程の 39 名については、1 点および 2 点の者が多く、点数が低い傾向にあった。予防的保健行動の行動感覚尺度の点数が低いほど、予防的保健行動が可能であることを示しているため、栄養士養成課程の学生の意識レベルが高く、目的意識を伴った被験者で、比較的実行性の高い集団であることが言えるであろう。また、実験群別の行動感覚尺度の平均値は、1.2-1.8 と有意な差は無く、予防

的保健行動の行動感覚尺度の観点からすれば、本研究の被験者は、均等に配分されているものとみなされる。

3 月間 n-3 系多価不飽和脂肪酸の DHA を、3 種類の方法で摂取し続けた場合、非摂取群と比較して赤血球の膜脂質中の DHA の割合は増加した (図 1)。そして、血球膜脂質中の DHA の割合は、魚介類摂取群、サプリメント摂取群、DHA 油摂取群の順に高く、DHA の取り込み率は 3 種類の方法それぞれで異なることがわかった。魚介類摂取群においては、摂取後のアンケート調査から、食事の主菜を肉類から魚介類に変更して摂取する際に、調理方法に工夫がしやすく、DHA の一日の必要量を摂取しやすいと考えられる。魚介類の豊富な山陰ならではの結果とも考えられ、バラエティーに富んだ魚介類が使用されていた。その一方で、DHA 油摂取群は、摂取後のアンケート調査から、一日の必要量を摂取するのが難しい、あるいは匂いなどの点から調理方法に工夫が必要であるとの回答が多数みられた。したがって、この群に関しては特に、必要量を摂取しにくく、食事調査の観点からも、摂取量自体が少ないことが示唆された。栄養士課程の学生は比較的調理方法の工夫

において優れているが、DHA 含有油を一日大匙 3 杯摂取するためには、さらなる調理方法の工夫が必要となることが示唆された。したがって、一般的な観点からすると、長期的に DHA を摂取する方法として、DHA 含有油だけを用いた DHA の補足は、適当とはいえないことが想定された。それに比較して、サプリメント摂取群は、必要量を摂取するのに簡便であり、DHA も血球膜内に効率的にとりこまれることが示唆された。したがって、n-3 系多価不飽和脂肪酸の DHA を摂取する上で、取り込み率という観点では、魚介類からの摂取が最も有効であり、次に簡便さから実効性という観点では、サプリメントも有効であることが確認された。

体内で合成できないため食事から摂取しなければならない必須脂肪酸、中でも脳の機能を高める (Bratman S & Kroll D, 2000) (Simopoulos A, 2002)、あるいは糖尿病の予防に重要であると注目されている (籠橋, 2006)、DHA、EPA を中心とした必須脂肪酸の摂取と体内での代謝効率について、臨床栄養学の観点から、調査・研究を行なった。また、合わせて予防的保健行動についての調査 (宗像, 1984) を行い、保健行動学的観点から、個人に合った苦痛を与えない食事療法を目指し、QOL を低下させることのない食生活改善方法を考察した。生活習慣を変化させることは非常に難しく、本研究のように、必須脂肪酸の一つである DHA の摂取を考えても、個人の予防的保健行動に依存するところも多い。一日の必要量を摂取するために、個人に見合った食生活改善法を提示していく必要がある。本研究の結果は、栄養素の取り込み率ならびに疾患への影響についての結果を、ヒトを対象とした疫学的・臨床学的な取り組みに生かす上でも、重要な資料となりえると考え

える。

謝辞

島根県立島根女子短期大学事務局の手島様、島根県立島根女子短期大学家政科食物教室の皆様へ深謝致します。また、本研究は平成 18 年度島根県立島根女子短期大学研究助成による研究の一部である。

引用文献

- Bratman S., Kroll D.: Natural Health Bible 2nd edition. Prima Publishing p282-283. (2000)
- Harris, WS.: N-3 fatty acids and serum lipoproteins: human studies. Am. J. Clin. Nutr., 65 (5 Suppl), 1645S-1654S. (1997)
- Hessel E., Agren JJ., Paulitschke M., Hanninen O., Hanninen A., Lerche D.: Freshwater fish diet affects lipid composition, deformability and aggregation properties of erythrocytes. Atherosclerosis, 82, 37-42. (1990)
- 籠橋有紀子、直良博之、阿比留教生、古林正和、橋本道男、紫藤治、大谷浩：NOD マウスの糖尿病発症に離乳前の必須脂肪酸摂取比率が及ぼす影響。Diabetes Frontier (in press) (2006)
- 宗像恒次：行動科学から見た健康と病気 メディカルフレンド社 1996
- Simopoulos AP : The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomed Pharmacother 56, 365-379. (2002)
- 渡邊洋宇 : 水産物の多面的機能—国民の健康増進と医薬品の開発. 学術の動向 2004. 9. 36-40 (2004)

(平成 18 年 11 月 30 日受理)